

## ROTÁCIÓS FILMBEPÁRLÓ TELJESÍTMÉNYNÖVELÉSE

SÁROSI HERBERT PAPP GÉZÁNÉ HOTYA LÍVIUSZNÉ

*Élelmiszeripari Műveletek és Berendezések Tanszék*

### ÖSSZEFOGLALÓ

*A szerzők munkájuk során az UNIFILM típusú  $0,3 \text{ m}^2$  fűtőfelületű rotációs filmbepárló üzemelési paramétereit határozták meg, majd keresték a teljesítménynövelés lehetőségeit.*

*Vizsgálataik során figyelmük a lapátélekre, illetve a lapátélek által mozgatott, a sűrítendő léből kialakult, filmrétegre irányult. A lengőlapátos forgórésznel a centrifugális erő következtében a lapátélek a bepárló falához simulnak és azt végig törlik. A folyadék a lapát előtt "orrvillámot" képez, ezt követi egy vékony turbulens réteg, amely lamináris zónává csillapodik.*

*A szerzők a filmbepárló keverő elemeinek módosításával 8-12 %-os teljesítménynövelést értek el.*

### BEVEZETÉS

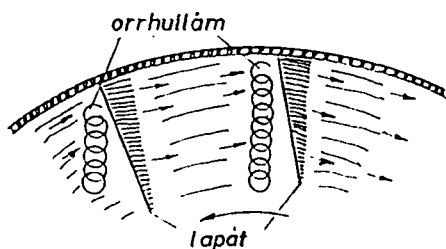
*Az utóbbi években világszerte fokozódik a különféle lésűrítmények iránti érdeklődés. A mennyiségi igények mellett megnöttek a minőségi követelmények is, melyeket csak korszerű berendezésekkel elégíthetjük ki. Ezekben a hőérzékeny anyagok alacsony hőmérsékleten rövid ideig tartózkodnak, így elkerülhető a fehérjék denaturálódása, a szénhidrátok karamellizációja és a vitaminok elbomlása.*

## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A kísérleteket a CHEMIMAS által tervezett UNIFILM típusú  $0,3 \text{ m}^2$  fűtőfelületű, lengőlapátos, egyenáramú, esőfilmes, alsó meghajtású rotációs filmbepárlóval végeztük [1]

Működésével kapcsolatos, legfontosabb tájékoztatást már korábban megadtuk [2]. Vizsgálatok során először vizet használtunk modellanyagként [3], majd gyümölcs- és húslevek besűrítésével is foglalkoztunk [4]. Annak ellenére, hogy a besűrítő optimális üzemelési paraméterei kedvezőek, munkánk során a teljesítménynövelés lehetőségeit kerestük. A lehetőségeket vizsgálva a lapátélekre, illetve a kialakult filmrétegre irányult a figyelmünk.

A merev lapát alkalmazása esetén (ha nincs elgőzölögtetés) összefüggő filmről beszélhetünk. A lengőlapátos forgórésznél a centrifugális erő következtében a lapátélek a bepárló falához simulnak és azt végig törlik. Itt a folyadék a lapát éle előtt feltorlódik "orrhullámmal" képez. Ezt követi egy vékony turbulens réteg, amelyen a lapát siklik, majd a következő lapát odaérkezéséig ez a rész lamináris zónává csillapodik.



1. ábra  
Orrhullám kialakulása

Az orrhullám méretét, alakját befolyásolja a betáplált anyag mennyisége, viszkozitása, kis mértékben a lapát kerületi sebessége és a lapátok száma.

## 2. VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

*Az említettekben világosan kitűnik, hogy a lengőlapátos forgórésznel csak látszólagos filmvastagságról beszélhetünk. Természetesen az említett mozgáson kívül a folyadék lefelé irányú spirál alakú mozgást is végez a gravitációs erő következtében.*

*Ezért sablon segítségével lengőlapát teflon széleit "kicsipkéztük" 45 fokos fogasléchez hasonlóan. Ezzel elértük azt, hogy egy orrhullám által kialakult vastagabb filmréteget felszaggattuk, a csipkés felfelé irányuló szöge révén a turbulenciát növeltük.*

*Elképzelésünk szerint ha az "orrhullám" következtében feltorlódozó folyadékfilm vastagságát csökkentjük - miközben a turbulenciát növeljük - a teljesítmény kedvezően fog alakulni.*

*Besűrítési kísérleteket végeztünk síma és csipkézett élű lapáttal. A besűrítés során változtattuk a modellanyag térfogatáramát, a fűtőgőz nyomását és a készülék nyomását, a rotor kerületi sebességét, valamint mértük a modellanyag be- és kilépési hőmérsékletét.*

*A nyert mérési eredményekből először a sűrítés hőszükségletét számoltuk.*

*A besűrítés hőszükséglete ( $\phi$ ) három részből tevődik össze, képlet formájában*

$$\phi = \phi_1 + \phi_2 + \phi_{veszt}$$

*ahol:  $\phi_1$  = a termék forráspontig való felmelegítésének hőszükséglete, KJ/h,*

*$\phi_2$  = a halmazállapot változás rejtett hőjét biztosító hőáram, KJ/h,*

*$\phi_{veszt}$  = a besűrítés során fellépő hőveszteség, KJ/h.*

*A hőveszteség ( $\phi_{veszt}$ ) a besűrítés során felhasznált gőz hőárama és a hőszükséglet ismeretében a következő összefüggés alapján számolható:*

$$\phi_{veszt} = \phi_{fűtőgőz} - (\phi_1 + \phi_2)$$

*A besűrítés egyik legfontosabb jellemzője a  $k$  hőátbocsátási tényező ( $W/m^2K$ ), amelyet az alapösszefüggésből kifejezve a*

$$k = \frac{\phi}{A \cdot \Delta t}$$

képletből határoztunk meg.

A fűtőgáz oldali hőátadási tényező ( $\alpha_{\text{gáz}}$ ) 5-10 szerese a páratéri hőátadási tényeznek ( $\alpha_{\text{film}}$ ), továbbá a hőátbocsátási tényező közel azonos a filmoldali (páratéri) hőátadási tényezővel [5]

$$k \approx \alpha_{\text{film}}$$

Célul tűztük ki, hogy a filmoldali hőátadási tényező számítására explicit megoldást találjunk. Mérési eredményeink feldolgozása során

$$k = f(\Delta t, p) = c (\Delta t)^n, p^m)$$

általános, félempirikus formát alkalmaztuk, ahol

$c, n, m$  = kísérletileg meghatározandó konstansok,

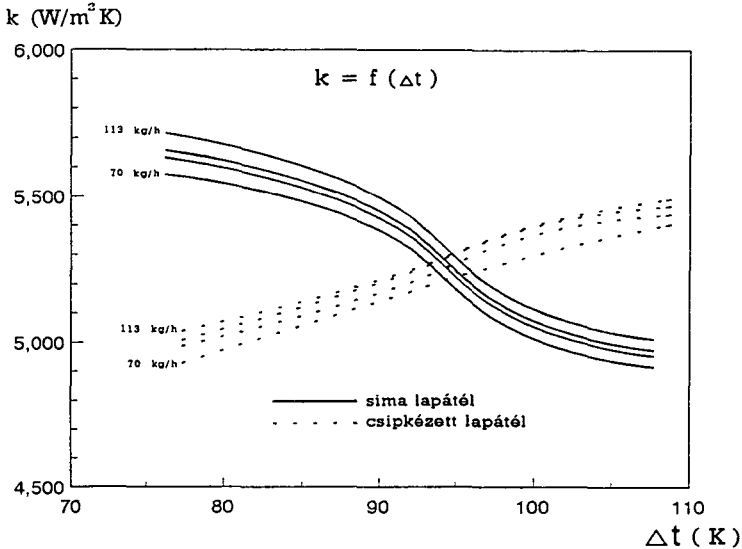
$\Delta t$  = a fűtőgáz, illetve a páratéri hőmérséklet közti különbség ( $^{\circ}\text{C}$ ),

$p$  = a fűtőgáz nyomása ( $10^5 \cdot \text{Pa}$ ).

### 3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSEK

A mérési illetve számolási eredményekből szerkesztett 2. ábra abszcissza tengelyén a  $t$  - a fűtőgáz hőmérséklete és a páratéri hőmérséklet különbségének - értékeit, az ordináta tengelyen pedig a hőátbocsátási tényezőt - $k$ - tüntettük fel.

A síma szélű lapáttal végzett kísérleti eredményeket a folytonos vonal jelzi. Itt a hőátbocsátási tényező ( $k$ ) értéke a túlhevítés értékeinek növelésével ( $\Delta t$ ) csökken. A szaggatott vonallal jelzett, csipkézett lapátok esetében a  $\Delta t$  növelésével arányosan nő a hőátbocsátási tényező.



2. ábra  
 $k = f(\Delta t)$

Mindezeket a megváltoztatott filmképzéssel magyarázzuk.

A síma szélű lapátok a folyadék filmet maguk előtt "orrhullám" alakjában felgyűrik - mint ahogyan az előzőekben ismertettük. A folyadékfilm ezáltal állandóan megújul. A lapátok mögött viszont a bepárláskor igen vékony film keletkezik, a fűtő felülettel érintkező rész pillanatok alatt elpárolog, gőzfilm alakul ki, amely rontja a hőátbocsátást.

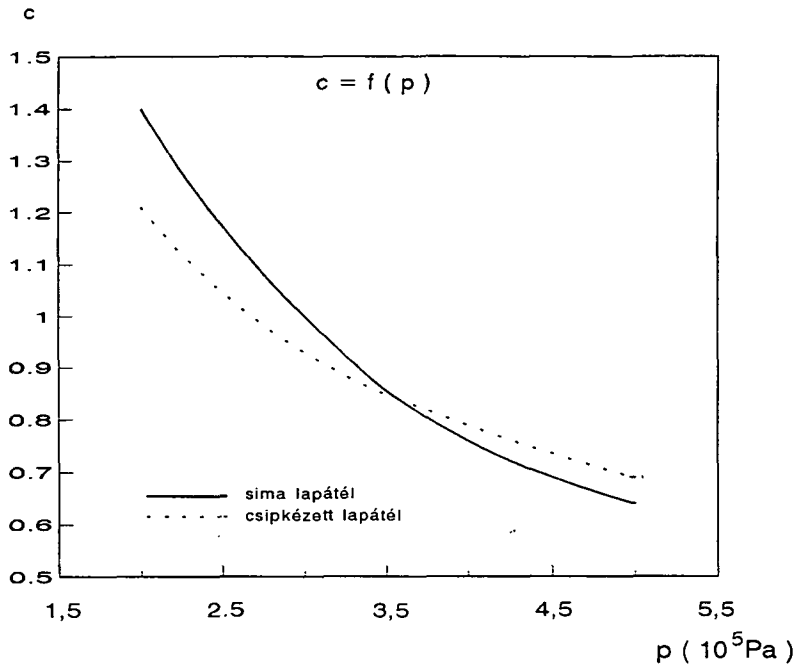
A csipkézett lapátnál ezzel szemben az orrhullámok kisebbek, a csipkésítés következtében a folyadékfilm vastagsága egyenletesebb, a turbulencia mértéke nagyobb, így gőzfilm nem alakulhat ki, a fűtőgőz nyomásának növelése a hőátbocsátási tényező értékét növeli.

A vizsgálatunk tárgyát képez filmbepárló típus hőtani jellemzéséhez a már említett explicit hatványfüggvényt

$$k = c(\Delta l^{1,27} \cdot p^{0,23})$$

egyenlet formájában határoztuk meg.

A  $c$ -értékét a fűtőgőz nyomás függvényében a 3. ábráról olvashatjuk le



3. ábra  
 $c = f(p)$

A  $c = 1$  értéknél nagyobb tartományhoz a kisebb fűtőgőz nyomás miatt lényegesen kisebb teljesítmény tartozik, így a gyakorlati értékű tartományt a  $c < 1$  intervallum képviseli.

A vázolt explicit forma a különböző üzemeltetési módok tanulmányozását teszi lehetővé. Gyümölcs és húslevekkel végzett kísérleteink eredményei igazolták a képlet helyességét [6, 7].

### FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Filmbepárló. Címoldali kép (1979.) Élelmezési Ipar 10.
2. Sárosi, H. (1977.) *Die Anwendungsmöglichkeiten des Dünnschicht-verdampfers, Typ. UNIFILM in der Lebensmittelindustrie. Die Lebensmittelindustrie* 6.212.
3. Sárosi, H. - Pappné, T. - Molnár, L. (1979.) *Exportminőségű sűrítmények előállítási lehetőségei rotációs filmbepárlóval* Élelmezési Ipar 33. 8. 308-310.
4. Sárosi, H. - Pappné, T. (1979.) *UNIFILM-típusú rotációs filmbepárló alkalmazási lehetőségének vizsgálata élelmiszeripari termékeknél* Élelmiszeripari Főiskola, Tudományos Közlemények 7. 57-64.
5. Kaszatkín, A.G. (1976.) *Alapműveletek, gépek és készülékek a vegyiparban* Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
6. Sárosi, H. - Pappné, T. (1980.) *Rotációs filmbepárló alkalmazási lehetőségének vizsgálata az élelmiszeriparban (előadás)* Budapest MTA Élelmiszeripari Tudományos Komplex Bizottság, MÉTE, KÉKI Kollokvium
7. Sárosi, H. (1980) *Die Konzentrierung von Obst - und Gemüsesäften mit einem Dünnschichtverdampfer neuer Bauart.* Bled. IFU Symposium XVI. 55-69.

## CAPACITY INCREASE WITH ROTARY FILM EVAPORATING

H.SÁROSI   ZS.LIVIUSZ   T.PAPP

University of Horticulture and Food Industry  
College of Food Industry  
H-6701. Szeged, P.O.Box 433.

### ABSTRACT

*During their investigations the authors defined the operation parameters of rotary film evaporating with 0,3 m<sup>2</sup> heating surface, type UNIFILM, then they investigated the possibilities of capacity increase.*

*During the investigations they focused attention on the blade edges or more exactly on the film layer formed in the liquid to be condensed and which is moved by the blade edges. When swinging blade swivel is applied, the blade edges – due to the centrifugal force – fit close the evaporating and they wipe it all over. „Bow wave” is formed by the liquid in front of the blade, it is followed by a turbulent layer which weakens into a laminar zone.*

*By altering the stirring elements of the film evaporating the authors achieved a 8.12 % capacity increase.*